

Bemerkungen zu den Solquellen des Hellwegs¹⁾

(Erläutert am Beispiel Bad Westernkotten, Kr. Lippstadt)

Mit 4 Abbildungen

Von KARL FRICKE *), Krefeld

Verf. hat über Fragen der Solewanderung und der Solquellen im Bereich des Münster-schen Beckens wiederholt berichtet (1961, 1963). Die Solquellen von Bad Westernkotten, südlich von Lippstadt (Abb. 1), sind ein besonders interessantes Beispiel von natürlich austretenden und durch Bohrungen erschlossenen Salzwasservorkommen, so daß eine ausführliche Behandlung angezeigt erscheint. Die erste Beschreibung stammt von A. HUYSEN (1855).

W. SEMMLER (1960) hat im Gebiet weiter westlich die Herkunft der salzhaltigen Grubenwasserzuflüsse untersucht. Weitere Veröffentlichungen zu diesen Fragen liegen vor von P. BAECKER (1956), KL. KÖTTER (1958), FR. LOTZE (1958) und G. MICHEL (1963).

1. Kurzer Überblick über die historische Entwicklung

Eine ausführliche Darlegung der ältesten historischen Entwicklung ist in diesem Rahmen entbehrlich. Es wird hier lediglich erwähnt, daß bereits im Mittelalter in Westernkotten ein bedeutender Sälzerbetrieb herrschte. Die seinerzeit genutzten flachen Brunnen sind inzwischen zugeschüttet oder abgedeckt (s. unten).

Im Jahre 1845 wurde die Bohrung an der Westernkotter Warte abgeteuft, die in 78 m Tiefe ein sehr ergiebiges Solevorkommen erschloß, das allein heute noch genutzt wird.

In den Jahren 1846/54 wurde an der Erwitter Warte eine weitere Bohrung von rund 380 m Tiefe niedergebracht, die jedoch hinsichtlich Ergiebigkeit und Beschaffenheit in keiner Weise den Erfolg der ersten Bohrung wiederholte.

Auf der Suche nach weiteren Solevorkommen wurden seitens der Saline Königsborn im Raum Westernkotten zwei Bohrungen abgeteuft: einmal im Jahre 1852 bei Preister die Bohrung XX (etwa 428 m tief) und schließlich im gleichen Jahre die Bohrung Königsborn XXI (139 m tief). Auch diese Bohrungen hatten nicht die günstigen Ergebnisse wie die Bohrung an der Westernkotter Warte.

Wie bereits erwähnt, wird heute lediglich die Bohrung an der Westernkotter Warte genutzt, und zwar für den Badebetrieb (Sole und Kohlensäure) und für die Gradierwerke.

¹⁾ Vortrag, gehalten auf der Frühjahrstagung der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1964 in Essen.

*) Anschrift des Autors: Dr. KARL FRICKE, Krefeld, Westwall 124, Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen.

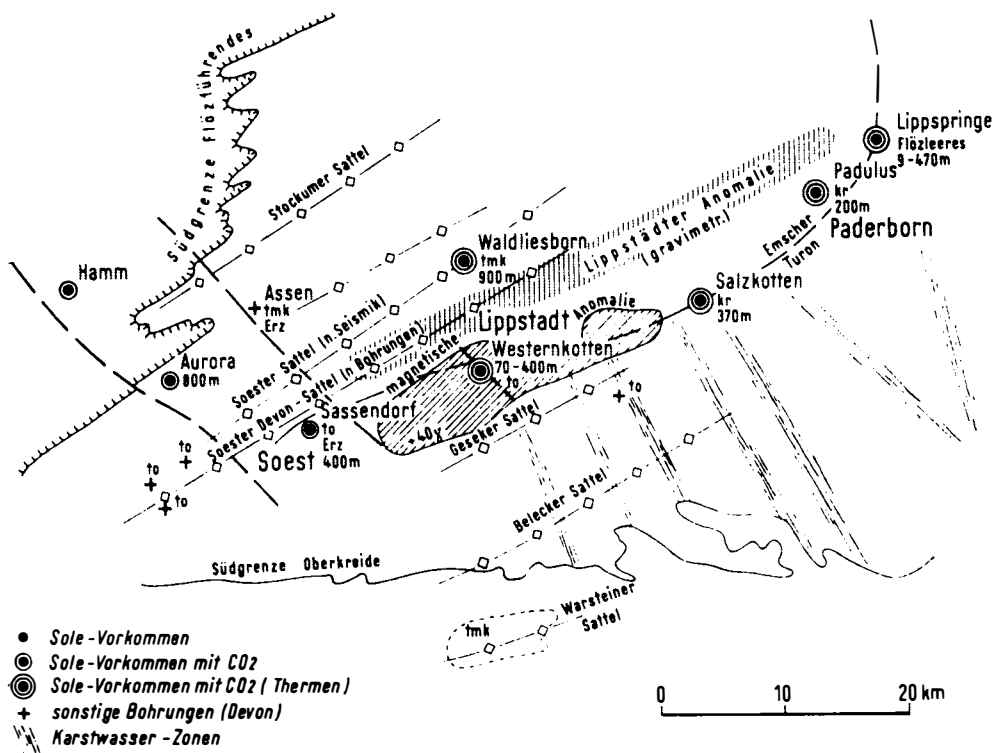


Abb. 1. Solebohrungen am Südrand des Münsterschen Beckens.

2. Die Solevorkommen im einzelnen

Die Lage der einzelnen Solevorkommen ist aus der Abb. 2 zu ersehen. In der Abb. 3 sind die Sole-Brunnen und -Bohrungen graphisch im Schnitt dargestellt.

a) Natürliche Quellaustritte und Flachbrunnen

Ähnlich wie in anderen Orten des Hellwegs am Südrand des Münsterschen Beckens waren auch in Westernkotten primär nur natürliche Quellenvorkommen bekannt. Derartige Solequellen lagen 1 km südöstlich der Ortsmitte, im Ort selbst und schließlich nahe der späteren Bohrung an der Westernkotter Warte.

Die ergiebigeren Vorkommen im Ortskern wurden später durch einfache Brunnen besser erfaßt. Es waren:

	O. K. Brunnen	Wasserspiegel 1943	Tiefe
Windmühlenbrunnen	+ 87.45 m NN	+ 87.30 m NN	13,6 m
Mittelbrunnen	+ 88.87 m NN	+ 87.67 m NN	13,6 m
Käppelbrunnen	+ 88.82 m NN		16,8 m

Die viereckigen Brunnen stehen in den Plänerkalken des Turons. Sie haben dort eine Kluftzone erfaßt, auf der die Sole aufstieg und früher als Quelle aus-

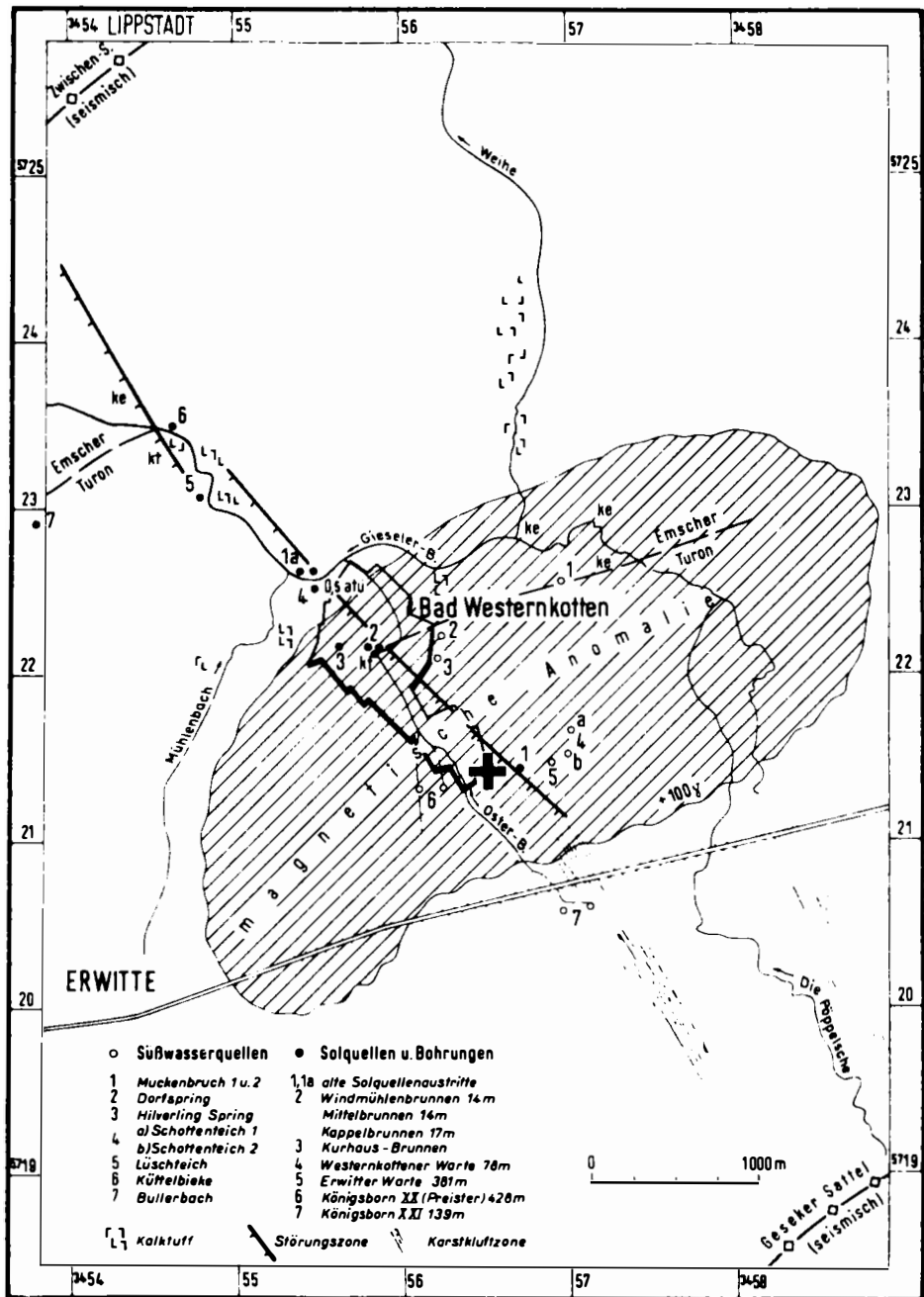
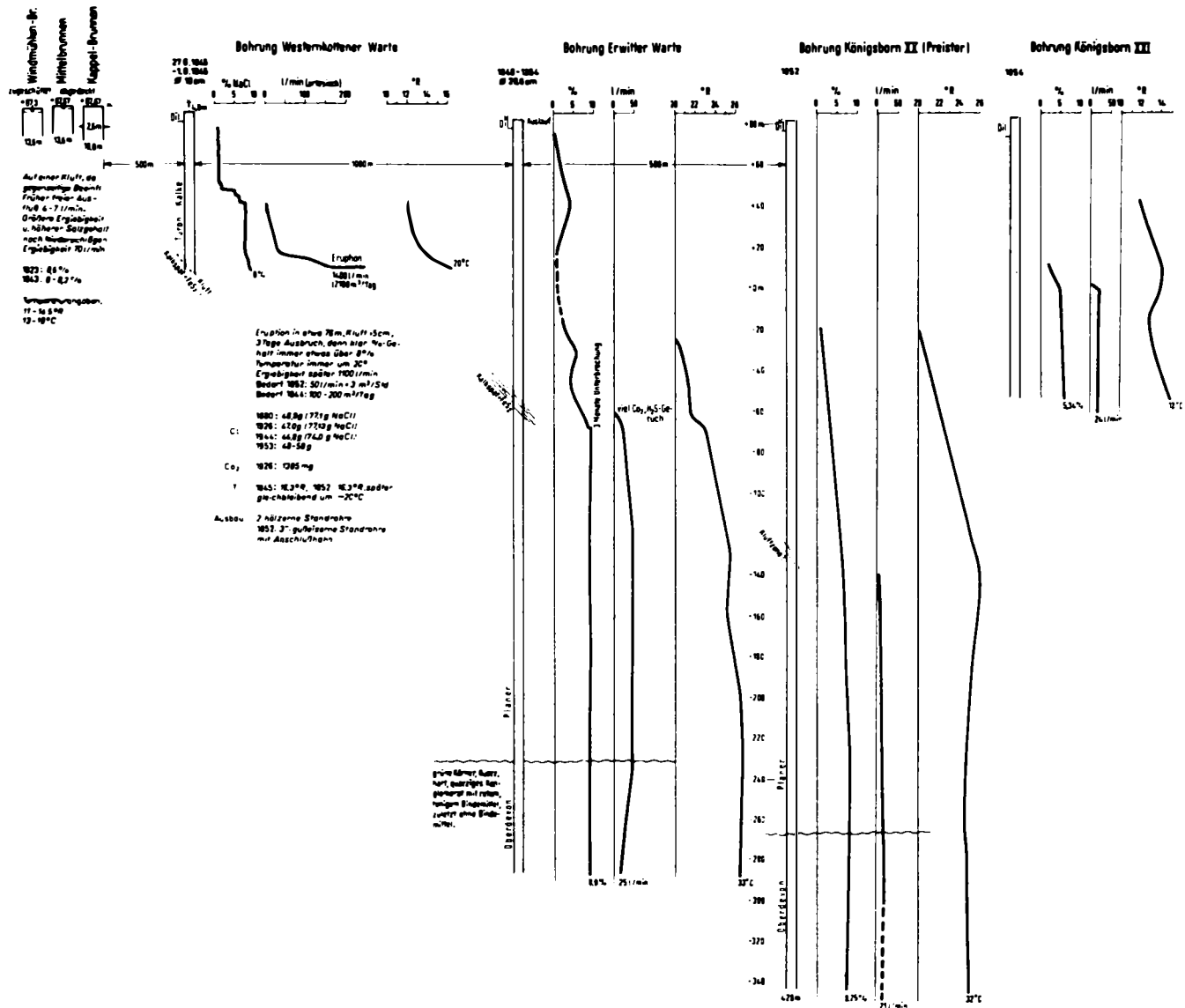


Abb. 2. Die Solevorkommen von Bad Westernkotten, südlich von Lippstadt



Bemerkungen zu den Solequellen des Hellwegs

Abb. 3. Die Solebohrungen von Bad Westernkotten.

trat. Beobachtungen über gegenseitige Beeinflussungen zeigten, daß die drei Brunnen insgesamt aus der Kluftzone mit Sole gespeist wurden.

In früheren Zeiten flossen die Brunnen über, und zwar mit einer Gesamtmenge von 4—7 l/Min. (240—280 l/Std.). Heute drückt lediglich Wasser aus dem zugeschütteten Windmühlenbrunnen, während die anderen beiden Brunnen mittels einer Rohrleitung mit dem Osterbach verbunden sind.

Die tatsächlich geförderte Menge an Sole lag seinerzeit bei etwa 70 l/Min. (4,2 m³/Std.).

Im Jahre 1823 wurde der Salzgehalt mit 8,5‰ bestimmt. Messungen im Jahre 1843 ergaben Werte von 8 bis 8,2‰. Die Temperaturschwankungen bewegten sich zwischen 11 und 14,5° R, d. h. 13 bis 18° C. Es wurde schon damals beobachtet, daß nach Niederschlägen die Ergiebigkeit und der Salzgehalt anstiegen, eine allgemein bekannte Erscheinung bei den Solquellen des Hellwegs (K. FRICKE, 1961).

Nachdem die Bohrung Westernkotter Warte so erfolgreich abgeteuft war, wurden die drei Brunnen aufgegeben. Die Brunnenhäuser wurden abgebrochen, der Windmühlenbrunnen zugeschüttet und die beiden anderen Brunnen mit Steinplatten abgedeckt.

b) Bohrungen

a) Westernkotter Warte (Gelände + 85.84 m NN, artesischer Auftrieb bis + 90.84 m NN)

Die Wahl des Ansatzpunktes dieser im Jahre 1845 abgeteuften Bohrung wurde zweifellos durch den natürlichen Soleaustritt an dieser Stelle bestimmt.

Die Bohrung traf unter einer diluvialen Bedeckung von rd. 5 m die Plänerkalke des Turons an und verblieb in diesen bis zur Endteufe von 78 m, als eine mehr als 5 cm starke Kluft mit Kalkspat- und Schwefelkiesfüllung angetroffen wurde, die die starke Sole-Eruption verursachte.

In der Abb. 3 ist der Verlauf der Bohrung im Hinblick auf Menge, Salzgehalt und Temperatur angezeigt.

Der erste artesische Ausfluß wurde bei etwa 45 m festgestellt. Ab 71 m steigerte sich die Ausflußmenge allmählich von 38 auf 185 l/Min., bis dann in 78 m Tiefe, beim Anschlagen der Kluft, eine Eruption von 4,8 m über Tage erfolgte. Dieser Ausbruch, der etwa 3 Tage anhielt, führte noch viel Geröll, Gesteinschlamm usw. mit sich. Nach diesen 3 Tagen floß die Sole völlig klar aus, und zwar mit einer Ergiebigkeit von 1500 l/Min. (90 m³/Std., 2160 m³/Tag). Später ging die Menge auf 1100 l/Min. (66 m³/Std., 1600 m³/Tag) zurück.

Die Ergiebigkeit der Bohrung lag weit über dem damaligen Bedarf von rd. 3 m³/Std.

Der Salzgehalt der Sole betrug bis rd. 30 m lediglich 1‰. Dann allerdings stieg er schnell an und lag beim ersten artesischen Ausfließen der Sole um 7‰. Bei der Endteufe wurde ein Salzgehalt von 8‰ gemessen²⁾.

Die Temperaturmessungen ergaben folgende Werte:

Beim ersten artesischen Auslauf: 12° R = ~ 15° C.

In der Endteufe: 16° R = ~ 20° C.

Salzgehalt und Temperatur sind im Laufe der Jahrzehnte annähernd gleichgeblieben.

²⁾ Die ‰-Angaben beziehen sich auf den Gesamtgehalt der Sole an gelösten Substanzen. Da der NaCl-Gehalt jedoch weitaus überwiegt, ist die Angabe in etwa identisch mit dem NaCl-Wert (8‰ Gesamt = 7,7‰ NaCl).

Folgende technische Angaben können noch gemacht werden:

Der Durchmesser der Bohrung beträgt 4" (etwa 10 cm). Abgesehen von 2 hölzernen Rohrtouren im oberen Teil (insgesamt etwa 14 m) ist die Bohrung unverroht. Im Jahre 1852 wurde ein verschließbares Standrohr aus Gußeisen aufgesetzt (3") mit einem Abflußhahn zu den — gleichfalls hölzernen — Rohrleitungen. Das Standrohr mit dem Überlauf ist etwa 5 m hoch, entsprechend dem artesischen Austritt der Sole.

Eine Ableitung zur Pumpe, von der eine weitere Ableitung zum Gradierwerk 1 abzweigt, liegt etwa 1 m unter Flur. Eine zweite Ableitung zum Gradierwerk 2 ist etwa 20 cm unter Flur verlegt.

β) Erwitter Warte (Gelände + 81.79 m NN, Wasserspiegel 1943 + 81.79 m NN)

Es ist nicht ganz verständlich, warum nach dem Fund eines derartig reichhaltigen und ergiebigen Solevorkommens die Bohrung Westernkotter Warte abgeteuft werden mußte.

Sie erreichte eine wesentlich größere Teufe (381 m) und wurde in den Jahren 1846—1854 durchgeführt. Der Durchmesser der Bohrung betrug 11" ($\approx 28,6$ cm).

Unter einer diluvialen Bedeckung von 4 m wurden wiederum Plänerkalke des Turons angetroffen. Eine Kluftzone mit Kalkspat und Schwefelkies stellte sich in etwa 140 m Tiefe ein. Sie entspricht zweifellos jener bedeutenden Störungszone, die von der Bohrung Westernkotter Warte in 78 m Tiefe angetroffen war. Die größere Tiefe in der Bohrung Erwitter Warte ist dadurch zu erklären, daß beide Bohrungen nicht genau in der Streichrichtung der Störung stehen.

Bis zur Teufe 310 m werden weiterhin Plänerkalke angegeben. Eine genauere Gliederung petrographischer oder faunistischer Art konnte seinerzeit nicht durchgeführt werden.

Ab 310 m Tiefe wurde das „Alte Gebirge“ angetroffen. Zunächst beobachtete man grünliche, sehr harte Quarzkörner und dann ein quarziges Konglomerat mit einem roten, tonigen Bindemittel. In der Endteufe wurde das Bindemittel nicht mehr bemerkt.

Die nachträgliche stratigraphische Einstufung der Schichtenfolge ab 310 m ist äußerst schwierig. Man kann annehmen, daß es sich um Schichten des Oberdevons handelt.

Ein artesischer Ausfluß erfolgte erst bei etwa 140 m, als man die schon erwähnte Kluftzone antraf. Gleichzeitig trat heftig Kohlensäuregas auf, und es machte sich ein starker Schwefelwasserstoffgeruch bemerkbar.

Die Menge der artesisch ausfließenden Sole nahm allmählich auf 50 l/Min. zu, ging aber nach Erreichen der devonischen Schichten allmählich wieder zurück, und zwar schließlich auf 2,5 l/Min. In der Regel erfolgte ein artesischer Auslauf nur bei hohem Grundwasserstand, d. h. nach Niederschlägen. Im übrigen stellte sich der Solestand immer auf Geländehöhe der Bohrung ein, ein Zustand, der bis zur neuesten Zeit fortduert.

Der Salzgehalt stieg nach Erreichen des Grundwassers in 7 m Tiefe von 0,5 ‰ auf etwa 4 ‰ in 40 m Tiefe. Er ging dann wieder zurück auf etwa 1 ‰, wechselte zwischen 100 und 140 m von 3 bis 6 ‰ und nahm schließlich in 140 m Tiefe — als die Kluft angeschlagen wurde und der artesischer Auslauf einsetzte — einen Wert von 8—9 ‰ an. Dieser Wert blieb konstant bis zur Endteufe von 381 m.

Der Anstieg der Temperaturwerte ist gleichfalls aus der Abb. 3 zu ersehen. Die mehr oder weniger konstante Zunahme führte schließlich zu einem Endwert von 33° C.

γ) Königsborn XX (Preister) (Geländehöhe + 81.47 m NN, Wasserstand 1943 + 80,12 m NN)

Diese Bohrung ist im Jahre 1852 bis zu einer Teufe von 428,10 m niedergebracht worden. Die geologischen Verhältnisse sind denen der Bohrung Erwitter Warte ähnlich (s. Abb. 3). Das Oberdevon wurde erst in 350 m Tiefe angetroffen, entsprechend der nördlicheren Lage.

Die erste Sole wurde in 106 m Tiefe angetroffen (25° C vor Ort). In 230 m Tiefe lag der Salzgehalt bei 6,75‰, die Temperatur bei 32,5° C. In 352 m wurden folgende Werte gemessen: 8,25‰, 30,5° C. Die Temperatur war etwas zurückgegangen. Bei Betrachtung der Abb. 3 liegt die Vermutung nahe, daß in etwa 230 m Tiefe wiederum eine Kluftzone angetroffen war, die wärmere Zuflüsse brachte.

In der Endteufe lag der Salzgehalt bei 8,25‰ und die Temperatur bei etwa 32° C.

Der erste artesische Auslauf wurde bei etwa 230 m beobachtet, in der Teufe also, wo die Kluftzone vermutet wird. Die Menge des artesisch auslaufenden Wassers hielt sich in bescheidenen Grenzen. In 397 m Tiefe wurden etwa 15 l/Min. gemessen, in der Endteufe etwa 21 l/Min.

Heute liegt der Wasserspiegel etwa 1,35 m unter Flur.

δ) Bohrung Königsborn XXI

Diese Bohrung wurde gleichfalls im Jahre 1852 durchgeführt, jedoch schon in 139 m Tiefe abgebrochen. Die festgestellten Werte über Ergiebigkeit, Salzgehalt und Temperatur sind aus der Abb. 3 zu ersehen (Endergebnis: 5,34‰ NaCl, 18° C, 24 l/Min.).

Keine der aufgeführten Bohrungen hatte einen derartigen Erfolg wie die Bohrung Westernkottter Warte zu verzeichnen. Die Gründe sind hydrogeologischer Art und werden im nächsten Abschnitt näher erläutert.

3. Hydrogeologische Situation

Eine hydrogeologische Charakteristik der Solevorkommen von Bad Westernkotten hat folgende Punkte zu erfassen:

1. Situation der Süßwasser- und Salzwasservorkommen
2. Chemismus (im wesentlichen NaCl + CO₂)
3. Temperatur
4. Ergiebigkeit.

Diese Punkte sollen für die Einzelvorkommen dargelegt und zueinander in Verbindung gebracht werden.

Aus der Abb. 2 ist die Lage der Süßwasser- und Solequellen zu ersehen.

Die Süßwasserquellen liegen entweder an oder dicht bei der Grenze Emscher-Turon, oder etwas südlich dieser Grenze. Durch eine bedeutende Störungszone, die weiter unten noch näher beschrieben wird, ist die Grenze Emscher-Turon um etwa 2 km verworfen, wie aus der Abb. 2 zu ersehen ist. Verschiedene Bohrungen östlich von Westernkotten haben noch den Emscher-Mergel im Untergrund angetroffen, während die Bohrungen im NW unter dem Diluvium unmittelbar in die Turonkalke gestoßen sind.

Die Süßwässer zirkulieren auf „Karstkluftzonen“, von denen zwei in der Abb. 2 dargestellt sind. An der Emscher-Grenze oder an hydrostatisch günstigen Stellen südlich dieser Grenze treten sie als Quellen zu Tage.

Die auf der Abb. 2 ausgewiesene bedeutende Störungszone, die als Aufstiegsweg für die warmen und hochkonzentrierten Salzwässer diente, ist durch folgende Beobachtungen in ihrem Verlauf festgelegt:

- a) Die natürlichen Solquellen südlich des Ortes, im Ort und an der Westernkotter Warte
- b) Ergebnisse der Bohrungen.

Es war zunächst auffallend, daß die Quellen an einer NW-SO streichenden Verbindungslinie liegen, deren Verlauf der allgemein bekannten Streichrichtung von Störungen im Kreidedeckgebirge und im Paläozoikum entspricht.

Weiterhin war bekannt, daß die nur wenige Meter tiefen Brunnen in der Ortsmitte eine Kluft angefahren hatten, die eine für diese geringe Tiefe ungewöhnlich hochkonzentrierte und warme Sole lieferte. Die gleiche Störung wurde durch die Bohrung Westernkotter Warte in 78 m, durch die Bohrung Erwitter Warte in 140 m und durch die Bohrung Königsborn XX wahrscheinlich in 230 m Tiefe angetroffen. Wenn man voraussetzt, daß die Störungszone ein steiles Einfallen nach Westen hat, muß sie, da sie im N in größerer Teufe angetroffen wurde, mehr östlich der Bohrungen verlaufen. Mit anderen Worten: Wären die Bohrungen Erwitter Warte und Königsborn XX um 100 oder 200 m weiter östlich abgeteuft worden, hätten sie die Störungszone in ähnlicher geringer Tiefe erfassen können wie die Bohrung Westernkotter Warte.

Im Bereich der alten Brunnen, d. h. dort, wo die Störung fast zu Tage ausstreicht, wurde eine Ergiebigkeit von 4—7 l/Min. festgestellt. Die Bohrung Westernkotter Warte lieferte 1400 l/Min. und die Bohrungen Erwitter Warte und Königsborn XX lediglich 2,5 bzw. 21 l/Min.

Die ungewöhnlich große Ergiebigkeit der Bohrung Westernkotter Warte ist nur so zu deuten, daß in diesem Bereich die Störung ziemlich breit (> 5 cm) und offen war und darüber hinaus in größere Tiefe reichte. In den beiden nördlicheren Bohrungen war möglicherweise die Kluft durch Mineralien, wie Kalkspat und Schwefelkies, so verwachsen, daß die Wasserzirkulation behindert war.

Im Fall der Bohrung Westernkotter Warte müssen ganz ungewöhnlich günstige Voraussetzungen zusammengetroffen sein — Breite, Hohlraum, Tiefe usw. der Störung —, um eine derartige Ergiebigkeit zu erzielen, die im übrigen schon seit über 100 Jahren fast stetig anhält.

Eine besondere Beachtung sollten die im Verhältnis zur Tiefe ungewöhnlich hohen Temperaturen und Konzentrationen der Solevorkommen finden.

Ein Blick auf die Abb. 4 zeigt deutlich, daß im Fall Westernkotten die normale geothermische Tiefenstufe für die Wärmeverhältnisse der Solquellen nicht anwendbar ist. Die Abweichungen sind derart gravierend, d. h. die Temperaturkurven weichen so erheblich von der Geraden der geothermischen Tiefenstufe ab, daß besondere Verhältnisse berücksichtigt werden müssen.

Für die besonders in den oberen Teufen extremen Temperaturen der Solwässer können folgende Ursachen verantwortlich gemacht werden:

- a) niedrigere geothermische Tiefenstufe, oder
- b) tiefreichende Störungs- und Kluftzonen.

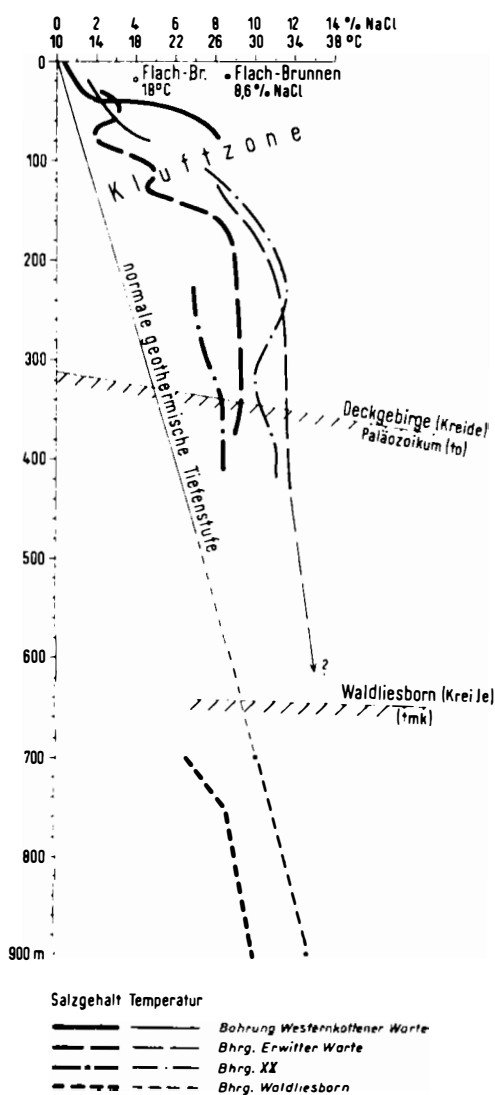


Abb. 4. Temperatur und Salzgehalte der Bohrungen Bad Westernkotten und der Bohrung Bad Waldliesborn.

diese geophysikalisch festgestellte Anomalie auf Strukturveränderungen im tieferen Untergrund zurückführen. Wahrscheinlich hat diese Störungszone auch in der Tertiärzeit als Aufstiegsweg für basaltische Magmen gedient, die einmal eine allgemeine „Aufheizung“ der tieferen Schichten bewirkt haben können, zum anderen aber auch als Lieferant der postvulkanischen Kohlensäure zu gelten haben.

Auf Grund der örtlichen und der regional-geologischen Verhältnisse kann

Nach Auswertung der graphischen Darstellung der Abb. 4 und nach den bekannten und beschriebenen örtlichen hydrogeologischen Verhältnissen kommt meines Ermessens dem Vorhandensein einer größeren tieferreichenden Störungszone die hauptsächlichste Bedeutung zu, und zwar aus folgenden Gründen:

Vergleicht man die Temperaturkurven der 3 Bohrungen in Westernkotten und der in das Bild hineinprojizierten Verhältnisse von Waldliesborn, so stellt man fest, daß sich der obere Teil der Kurven nach der anfänglichen starken Abweichung in größerer Tiefe der Geraden der geothermischen Tiefenstufe nähert und schließlich — im Fall Waldliesborn — mit ihr zusammenfällt.

Wäre tatsächlich eine bemerkenswerte Änderung der geothermischen Tiefenstufe vorhanden, dann zeigten die unteren Abschnitte der Temperaturkurven von Westernkotten keine Konvergenz mit der Geraden der geothermischen Tiefenstufe, sondern würden ihr parallel verlaufen.

Es könnte jedoch angenommen werden, daß bei einer noch größeren Bohrtiefe in Westernkotten die Konvergenzerscheinungen der Temperaturkurven schwächer geworden wären, und daß sich dann ein \pm paralleler Verlauf zur Geraden der geothermischen Tiefenstufe eingestellt hätte.

Folgende regionalgeologische Überlegungen könnten diese Vermutung stützen:

Bad Westernkotten liegt im Zentrum einer „magnetischen Anomalie“, die sich von Soest bis nahezu Paderborn erstreckt (Abb. 1). Wir müssen

also gefolgert werden, daß die hohe Wärme der Solquellen von Bad Westernkotten auf zwei Voraussetzungen beruht:

1. Eine wahrscheinlich niedrige geothermische Tiefenstufe im Zentrum einer magnetischen Anomalie.
2. Tiefgreifende Störungszonen, auf denen die wärmere Sole aus größerer Tiefe bis in die höheren Stockwerke dringen kann.

Diese Störungszone ist auch die Ursache für die hohe Konzentration der Solen in den oberen Teufen.

Die Abb. 4 zeigt deutlich, daß in Bad Westernkotten bereits in weniger als 20 m Tiefe ein Salzgehalt festgestellt wurde, der in Bad Waldliesborn erst in Tiefen unter 700 m vorherrscht. Diese Tatsache und das sehr schnelle Ansteigen der Konzentration in der Bohrung Westernkotter Warte beweisen eindeutig die Existenz der beschriebenen Kluft- oder Störungszone. Außerhalb dieser Kluftzone, so z. B. in den tieferen Bohrungen, ist zwar auch eine stetige, aber doch sehr geringe Zunahme der Konzentration zu beobachten.

Alles in allem kommen wir zu dem Schluß, daß folgende geologische und hydrogeologische Faktoren die Voraussetzungen für das Auftreten der warmen und hochkonzentrierten Sole von Bad Westernkotten bilden:

1. Bad Westernkotten liegt im Zentrum einer magnetischen Anomalie (niedrige geothermische Tiefenstufe, Kohlensäure).
2. Natürliche Quellaustritte sind an die Gesteinsgrenze Emscher-Mergel/Turon-Kalke gebunden.
3. Eine bedeutendere und tiefgreifende Störungszone bedingt ein Aufsteigen warmer und konzentrierter Solen aus größerer Tiefe.

4. Ergiebigkeits- und Konzentrationsänderungen

Es ist seit langer Zeit bekannt, daß die Solquellen und Solebohrungen, besonders an der Hellwegzone, in ihrer Schüttung und ihrem Salzgehalt durch die Niederschläge beeinflußt werden (A. HUYSEN, 1855).

Im allgemeinen sind diese Beeinflussungen nur sehr geringfügig und im übrigen von der petrographischen Beschaffenheit des Grundwasserleiters, der Tiefe und der hydrogeologischen Position der Bohrung abhängig.

Es wäre verständlich, wenn sich die extreme Niederschlagsarmut der Jahre 1959 bis Frühjahr 1960 besonders gravierend auf die Schüttung und Konzentration der Solevorkommen insgesamt ausgewirkt hätte. Leider liegen hierüber keine allgemeingültigen Beobachtungen vor, oder es sind wegen der Tiefe dieser Bohrung (z. B. Bad Waldliesborn) keine unmittelbaren oder nachhaltigen Einflüsse bemerkbar.

Es steht jedenfalls fest, daß die Solebohrung Westernkotter Warte tatsächlich durch die extremen klimatischen Verhältnisse beeinflußt wurde.

Seit der Erbohrung im Jahre 1845 bis zum Frühjahr 1959 lief die Sole artesisch etwa 5 m über Gelände aus dem Aufsatzrohr über. Allerdings waren auch schon in den trockenen Sommern 1911 und 1935 Ergiebigkeitsschwankungen beobachtet worden. Ab Frühjahr 1959 trat nur gelegentlich ein stoßweiser Überlauf auf, und zwar jeweils nach Einsetzen der Pumpe, die wahrscheinlich den Mechanismus des Gas-Wasser-Gemisches wieder in Bewegung setzte.

Im Sommer 1960 war der Wasserstand im Bohrloch so weit gesunken, daß keine Sohle mehr in der 20 cm unter Flur verlegten Rohrleitung zum Gradierwerk II abfloß. Auch die Pumpe konnte kaum mehr fördern.

Erst ab Mitte September war der Wasserspiegel in der Bohrung wieder so weit angestiegen, daß Sole ablaufen und Pumparbeit geleistet werden konnte. Ein Überlauf aus dem Standrohr wurde allerdings noch nicht bemerkt. Es muß an dieser Stelle gesagt werden, daß der noch jetzt erhaltene alte Ausbau der Bohrung eine einwandfreie und genaue Messung des Wasserspiegels nicht gestattet (eine Neubohrung ist vorgesehen). Es wurde daher der Zufluß zu den Solebehältern der Gradierwerke gemessen, deren Inhalt bekannt war. Folgende Werte wurden ab September 1960 festgestellt:

17. 9. 1960	: 18,5 m ³ /Std.
1. 10. 1960	: 20 m ³ /Std.
19. 10. 1960	: 22 m ³ /Std.
4. 1. 1961	: 41 m ³ /Std.

Mitte Januar lief auch die Sole aus dem etwa 5 m hohen Standrohr wieder aus, zunächst allerdings nur stoßweise jeweils im Abstand von 8 Minuten. Hier machte sich noch die Einwirkung der Pumparbeit bemerkbar. Erst bei voller Ergiebigkeit der Quelle, d. h. bei ausreichenden Niederschlägen, ist der Überlauf stetig.

Der Salzgehalt der Sole war im September auf 11,5‰ angestiegen, betrug im Januar 1961 etwa 9,5‰.

Verfolgen wir an Hand der wenigen Daten die Entwicklung der Quelle seit ihrer Erbohrung, so kann folgendes festgehalten werden:

Ergiebigkeit

Bei der Erbohrung 1845:	90 m ³ /Std.
Einige Zeit später :	66 m ³ /Std.
1926:	66 m ³ /Std.
1960/61:	66 m ³ /Std.

Abgesehen von den trockenen Jahren 1911 und 1935 und dem extrem niederschlagsarmen Jahr 1959/60 ist die Ergiebigkeit konstant geblieben. Die fehlenden Niederschläge bewirkten jedoch keinen völligen Rückgang der Schüttung, sondern lediglich ein Absinken des Wasserstandes im Bohrloch. Die Lage der Abflußleitungen war maßgebend für die Menge der Sole, die zur Verfügung stand.

Bei voller Schüttung übersteigt die Ergiebigkeit weitaus den Bedarf, der bei etwa 130 cbm/Tag liegt (bei einem Dargebot von mehr als 1000 cbm/Tag).

Salzgehalt

Auch der Salzgehalt zeigte in den ganzen Jahren eine erstaunliche Konstanz. Er lag im Durchschnitt zwischen 7 und 8‰. Auf die geringen Schwankungen, die durch die unterschiedlichen Niederschlagsmengen bedingt sind, ist bereits mehrfach hingewiesen. Bemerkenswert ist lediglich der hohe Wert von 11,5‰ im Herbst 1960. Er bedarf einer Erklärung: Im allgemeinen wurde festgestellt, daß stärkere Niederschläge eine Erhöhung der Salzwerte verursachen. Beim letztgenannten Wert scheint das Gegenteil der Fall zu sein. Es wurde jedoch bereits darauf hingewiesen, daß erst ab Mitte September der Wasserspiegel in der Bohrung so weit angestiegen war, daß Sole ablaufen konnte. Wahrscheinlich hatte sich im stagnierenden Wasser ein „Puffer“ von höher konzentrierter Sole angesammelt, der dann zuerst ausfloß. Erst nachdem die Sole frei austreten konnte, stellte sich das übliche Gleichgewicht in der Konzentration wieder ein. Bei den normalen Niederschlagsschwankungen wirken die zusitzenden Süßwässer ledig-

lich im hydrostatischen Sinne, d. h. sie fördern einen stärkeren Ausfluß der etwas höher konzentrierteren Sole. Im einzelnen bedürfen diese Fragen noch der Klärung.

Temperatur

Die größte Konstanz haben die Temperaturwerte gezeigt, die in den gesamten Jahren gleichbleibend bei etwa 20° C lagen.

Die Beobachtungen der Jahre 1959 bis 1961 und ein Vergleich mit den wenigen Daten seit der Erbohrung zeigen deutlich, daß es sich bei dem Schüttungsrückgang lediglich um eine vorübergehende, durch extrem anormale klimatische Bedingungen verursachte Erscheinung gehandelt hat. Das Solevorkommen selbst ist ungestört.

Schriften

- BAECKER, P.: Solevorkommen und Grubenwässer im Raum Westfalen. — Vom Wasser, **20**, S. 209—251, Weinheim 1956.
- FRICKE, K.: Tiefenwasser, Solquellen und Solwanderung im Bereich des Münsterschen Beckens. — Z. deutsch. geol. Ges., **113**, H. 1, S. 37—41, Hannover 1961.
- Die neuen Solebohrungen der Saline und Solbad Sassendorf GmbH., zugleich ein Beitrag zur Hydrogeologie der Solevorkommen am Südrand des Münsterschen Beckens. — Heilbad und Kurort, **15**, H. 5, S. 102—108, Gütersloh 1963.
- HUYSEN, A.: Die Solquellen des Westfälischen Kreidedeckgebirges, ihre Vorkommen und mutmaßlicher Ursprung. — Z. deutsch. geol. Ges., **7**, S. 17—252, Berlin 1855.
- KÖTTER, KL.: Die Chloridgehalte des oberen Emsgebietes und ihre Beziehungen zur Hydrologie. — Forsch. Ber. Land Nordrhein-Westfalen, Nr. 491, S. 12—193, Köln/Opladen 1958.
- LOTZE, FR.: Zur Frage der Beziehungen zwischen Chloridgehalt des Grundwassers und Tektonik. — Forsch. Ber. Land Nordrhein-Westfalen, Nr. 491, S. 5—11, Köln/Opladen 1958.
- MICHEL, G.: Untersuchungen über die Tiefenlage der Grenze Süßwasser—Salzwasser im nördlichen Rheinland und anschließenden Teilen Westfalens, zugleich ein Beitrag zur Hydrogeologie und Chemie des tiefen Grundwassers. — Forsch. Ber. Land Nordrhein-Westfalen, Nr. 1239, S. 1—123, Köln/Opladen 1963.
- SEMMLER, W.: Die Herkunft der Grubenwasserzuflüsse im Ruhrgebiet. — Glückauf, **96**, H. 8, S. 502—511, Essen 1960.